

Controle Biológico: Qual Espécie de Tesourinha Consome mais Lagartas e Pode ser Menos Sensível à Exposição a Inseticidas?



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Milho e Sorgo
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
188**

**Controle Biológico: Qual Espécie de Tesourinha
Consome mais Lagartas e Pode ser Menos
Sensível à Exposição a Inseticidas?**

Camila da Silva Fernandes Souza
Ana Carolina Redoan
Camila Ribeiro
Ivan Cruz
Geraldo Andrade Carvalho
Simone Martins Mendes

***Embrapa Milho e Sorgo
Sete Lagoas, MG
2019***

Esta publicação está disponível no endereço:

<https://www.embrapa.br/milho-e-sorgo/publicacoes>

Embrapa Milho e Sorgo

Rod. MG 424 Km 45
Caixa Postal 151
CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG
Fone: (31) 3027-1100
Fax: (31) 3027-1188
www.embrapa.br/fale-conosco/sa

**Comitê Local de Publicações
da Unidade Responsável**

Presidente

Sidney Netto Parentoni

Secretário-Executivo

Elena Charlotte Landau

Membros

*Antonio Claudio da Silva Barros, Cynthia
Maria Borges Damasceno, Maria Lúcia
Ferreira Simeone, Roberto dos Santos
Trindade e Rosângela Lacerda de Castro*

Revisão de texto

Antonio Claudio da Silva Barros

Normalização bibliográfica

Rosângela Lacerda de Castro (CRB 6/2749)

Tratamento das ilustrações

Tânia Mara Assunção Barbosa

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

Tânia Mara Assunção Barbosa

Foto da capa

Simone Martins Mendes

1ª edição

Publicação digitalizada (2019)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Nome da unidade catalogadora

Controle biológico: qual espécie de tesourinha consome mais lagartas e pode ser
menos sensível à exposição a inseticidas? / Camila da Silva Fernandes
Souza ... [et al.]. – Sete Lagoas : Embrapa Milho e Sorgo, 2019.
23 p. : il. -- (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Milho e
Sorgo, ISSN 1679- 0154; 188).

1. Praga de planta. 2. Milho. 3. Controle biológico. 4. Manejo integrado de
pragas. I. Souza, Camila da Silva Fernandes. II. Redoan, Ana Carlona. III. Ribeiro,
Camila. IV. Cruz, I. V. Carvalho, Gerado Andrade. VI. Mendes, Simone Martins.
VII. Título. VIII. Série.

CDD 632.96 (21. ed.)

Rosângela Lacerda de Castro (CRB 6/2749)

© Embrapa, 2019

Sumário

Resumo04

Abstract06

Introdução.....07

Material e Métodos 11

Resultados e Discussão14

Conclusões.....20

Referências20

Controle Biológico: Qual Espécie de Tesourinha Consome mais Lagartas e Pode ser Menos Sensível à Exposição a Inseticidas?

Camila da Silva Fernandes Souza¹

Ana Carolina Redoan²

Camila Ribeiro³

Ivan Cruz⁴

Geraldo Andrade Carvalho⁵

Simone Martins Mendes⁶

Resumo – *Helicoverpa armigera* e *Spodoptera frugiperda*, lepidópteros praga da cultura do milho são, consideradas pragas polífagas, causando danos também nas culturas de importância econômica, como algodoeiro, soja, sorgo entre outras. Para aumentar a sustentabilidade das recomendações de Manejo Integrado de Pragas é necessário entender como as ferramentas se relacionam entre si. Assim, com intuito de compreender o papel de diferentes espécies de tesourinha no controle de *Helicoverpa armigera* e o papel do uso de inseticidas químicos seletivos às espécies de tesourinhas, avaliou-se a capacidade de predação de *Doru luteipes* e *Euborelia anullipes* em *H. armigera*, bem como o efeito de diferentes moléculas de inseticidas na mortalidade desses inimigos naturais. O tempo de busca e a capacidade predatória foram avaliados para ninfas de primeiro, terceiro e quarto ínstares de *D. luteipes* e *E. annulipes* em ovos e lagartas recém-eclodidas de *H. armigera* e *S. frugiperda*. As tesourinhas foram mantidas sob inanição e receberam somente água por 24 horas antes do início do bioensaio. Em cada placa foram dispostas as respectivas presas e uma ninfa do predador, registrando-se o tempo gasto na captura da primeira presa (tempo de busca).

¹ Eng.-Agrôn., M.Sc. em Entomologia, Estudante de Doutorado em Entomologia pela Universidade Federal de Lavras.

² Eng.-Agrôn., D.Sc. em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos (Ufscar).

³ Técnica em Meio Ambiente, Escola Técnica Municipal de Sete Lagoas.

⁴ Eng.-Agrôn., D.Sc. em Entomologia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo.

⁵ Eng.-Agrôn., D.Sc. em Entomologia, Professor Titular do Depto de Entomologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

⁶ Eng.-Agrôn., D.Sc. em Entomologia, Pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo.

Após 24 horas foi contabilizado o número de presas consumidas. Quanto ao estudo de seletividade, foi realizado bioensaio para medir o efeito direto dos compostos Conect® e Engeo-Pleno®, os quais foram aplicados diretamente em adultos dos predadores *D. luteipes* e *E. annulipes*. A sobrevivência foi avaliada 120 horas após aplicação. Visando avaliar o efeito de ingestão, os inseticidas Certero®, Engeo Pleno®, Imunit®, Pirate®, Safety® e Tracer® foram aplicados em ovos de *S. frugiperda*, que foram ofertados para as tesourinhas. A sobrevivência foi avaliada 120 horas após a oferta dos ovos tratados. *Doru luteipes* e *E. annulipes* foram eficientes predadores de *S. frugiperda* e *H. armigera* e apresentaram baixo tempo de busca, sendo que o consumo médio diário foi de 17 ovos e 13 lagartas para *D. luteipes* e de 23 ovos e 15 lagartas para *E. annulipes*. O predador *E. annulipes* apresentou menor suscetibilidade aos inseticidas estudados em comparação a *D. luteipes*. Os inseticidas Certero®, Imunit® e Safety® mostraram-se seletivos para as espécies *D. luteipes* e *E. annulipes* em condições de laboratório.

Termos para Indexação: *Doru luteipes*, *Euborelia anullipes*, *Helicoverpa armigera*, *Spodoptera frugiperda*, controle biológico, seletividade a inseticidas, capacidade de predação.

Biological control: Which Species of Earwig Consumes the Most Caterpillars and May be Less Sensitive to Insecticide Exposure?

Abstract – *Helicoverpa armigera* and *Spodoptera frugiperda*, lepidopteran pests of corn crop, are considered polyphagous pests, also causing damage to crops of economic importance, such as cotton, soybean, sorghum among others. To increase the sustainability of Integrated Pest Management recommendations, it is necessary to understand how the tools relate to each other. Thus, in order to understand the role of different species of earwig in the control of *Helicoverpa armigera* and the role of the use of chemical insecticides selective to the species of earwig, the predation capacity of *Doru luteipes* and *Euborelia anullipes* in *H. armigera* was evaluated, as well as the effect of different insecticide molecules on the mortality of these natural enemies. Search time and predatory capacity were evaluated for first, third and fourth instars of *D. luteipes* and *E. annulipes* in newly hatched eggs and larvae of *H. armigera* and *S. frugiperda*. The earwigs were kept under starvation and received only water for 24 hours before the beginning of the bioassay. The respective prey and a predator nymph were arranged on each plate, recording the time taken to capture the first prey (search time). After 24 hours the number of prey consumed was accounted. Regarding the selectivity study, a bioassay was performed to measure the direct effect of the Connect® and Engeo-Pleno® compounds, which were applied directly to adults of the predators *D. luteipes* and *E. annulipes*. Survival was assessed 120 hours after application. In order to evaluate the effect of ingestion, the insecticides Certero®, Engeo Pleno®, Immunit®, Pirate®, Safety® and Tracer® were applied to *S. frugiperda* eggs, which were offered to the earwig. Survival was assessed 120 hours after delivery of the treated eggs. *Doru luteipes* and *E. annulipes* were efficient predators of *S. frugiperda* and *H. armigera* and had a low search time. The average

daily intake was 17 eggs and 13 caterpillars for *D. luteipes* and 23 eggs and 15 caterpillars for *E. annulipes*. The predator *E. annulipes* was less susceptible to insecticides than *D. luteipes*. Certero®, Imunit® and Safety® insecticides were selective for *D. luteipes* and *E. annulipes* under laboratory conditions.

Index Terms: *Doru luteipes*, *Euborelia annulipes*, *Helicoverpa armigera*, *Spodoptera frugiperda*, biological control, insecticide selectivity, predation ability.

Introdução

Helicoverpa armigera (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) (Figura 1) é uma praga de importância mundial que não havia sido detectada nas Américas até 2013, quando foi registrada no Brasil causando problemas em várias culturas (Specht et al., 2013; Tay et al., 2013). Esse noctúdeo é adaptado a várias plantas hospedeiras, podendo atacar mais de 180 espécies, distribuídas em mais de 45 famílias. Contudo, a preocupação com essa praga se concentra em culturas de importância econômica como soja, milho e algodão (Tay et al., 2013). Na safra de 2012/2013, registrou-se perda aproximada de 800 milhões de dólares no País, que aconteceu sobretudo em função do hábito do inseto em atacar o capúleo floral no algodoeiro e vagens na soja (Bueno; Sosa-Gómez, 2014).

Foto: Ana C. Gonçalves Ribeiro



Figura 1. Lagarta de *Helicoverpa armigera*.

As tecnologias transgênicas WideStrike®, Bollgard II® e Twin-Link® de algodão com resistência a insetos apresentaram eficiência para lagartas neonatas de *H. armigera*. No entanto, na última safra 2017/2018, verificou-se sobrevivência de 40% das lagartas no algodoeiro WideStrike® (Netto et al., 2018). Em milho, Santos et al. (2016) demonstraram que tanto as tecnologias VTPRO® e Viptera® podem ser eficientes no controle desta praga durante o estágio R¹ (quando a espiga ainda não acumulou amido). Entretanto, com o desenvolvimento da espiga e o acúmulo de amido, a expressão de proteínas *Bt* foi reduzida, diminuindo consequentemente a eficiência de controle.

A habilidade dessa praga em se desenvolver em diversas culturas por meio da “ponte verde” caracteriza a sua ocorrência ininterrupta durante todo o ano. Adicionalmente a sua polifagia e distribuição cosmopolita, existe o alto consumo de inseticidas para o seu controle, o que tem dificultado a implementação de programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP). Na Austrália, por exemplo, onde os agricultores convivem com essa praga há vários anos, existem registros de campo de populações resistentes a inseticidas químicos e à tecnologia *Bt* (Fitt; Wilson, 2000; Tay et al., 2013). Em programas de MIP é preconizado o uso simultâneo de diferentes táticas e estratégias de manejo, que têm sido cada vez mais recomendadas na busca de maior sustentabilidade em sistemas de cultivo.

Uma alternativa de manejo que atenderia as premissas do MIP seria a adoção de agentes de controle biológico, para interagirem positivamente com a tecnologia *Bt*. Esse aspecto não é facilmente mensurado, apesar dessa interação ser de fundamental importância para o sucesso de programas de MIP (Lundgren et al., 2009). Mendes et al. (2012) verificaram que o tempo de busca de *D. luteipes* por lagartas de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), que se alimentaram de milho *Bt*, não foi afetado negativamente. É importante salientar que agentes de controle biológico podem contribuir para a redução de pragas em lavouras e consequentemente retardar o aparecimento de populações resistentes deste noctuídeo à tecnologia *Bt* (Leite et al., 2014).

Os inimigos naturais apresentam papel estratégico no controle de pragas (Van Lenteren, 2012), sendo que a predação é uma das interações ecológicas mais importantes para a estabilidade dos agroecossistemas. Isto porque os predadores são mais generalistas que os parasitoides, e o fato

de muitas espécies serem onívoras faz com que consigam se estabelecer de forma constante em lavouras (Schrijver et al., 2016). Dentre os agentes biológicos de controle de pragas, os dermápteros têm despertado atenção, pois são predadores vorazes e podem alimentar-se de diversas presas, particularmente de ovos e fases imaturas de insetos das ordens Lepidoptera, Hemiptera, Coleoptera e Diptera (Costa et al., 2007).

Estudos visando a avaliação do potencial de predação de tesourinhas em *H. armigera* ainda são escassos, no entanto, é conhecido que as espécies *Euborelia annulipes* (Lucas, 1847) (Dermaptera: Anisolabididae) e *Doru luteipes* (Scudder, 1876) (Dermaptera: Forficulidae) (Figura 2) apresentam grande potencial como reguladores populacionais dessa praga em lavouras de milho e também de *S. frugiperda*, *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Nectuidae) e pulgões (Cruz; Valicente, 1992) (Tabela 1).

Estudos comportamentais dessas espécies de tesourinhas quanto à sua capacidade de busca e predação são muito importantes para obtenção de informações que possam subsidiar o desenvolvimento de programas de MIP (Figura 2).

Foto: Camila S. F. Souza



Figura 2. Adultos das tesourinhas *Euborelia annulipes* (esquerda) e *Doru luteipes* (direita) em folha de milho.

Tabela 1. Capacidade de predação de *Doru luteipes* e *Euborellia annulipes* em diferentes pragas presentes em cultivos de milho.

Predador	Presas	Espécie da presa	Estádio do predador	Consumo	Tempo de consumo	Referências
<i>Doru luteipes</i>	Ovos	<i>Helicoverpa zea</i> (Lep: Noctuidae)	1º instar	39	fase completa	Cruz et al., 1995
	Ovos	<i>Helicoverpa zea</i> (Lep: Noctuidae)	2º instar	115,8	fase completa	Cruz et al., 1995
	Ovos	<i>Helicoverpa zea</i> (Lep: Noctuidae)	3º instar	216,7	fase completa	Cruz et al., 1995
	Ovos	<i>Helicoverpa zea</i> (Lep: Noctuidae)	4º instar	434,5	fase completa	Cruz et al., 1995
	Ovos	<i>Helicoverpa zea</i> (Lep: Noctuidae)	5º instar	444	fase completa	Cruz et al., 1995
	Ovos	<i>Helicoverpa zea</i> (Lep: Noctuidae)	Adulto	7457,4	fase completa	Cruz et al., 1995
	Ovos	<i>Plutella xylostella</i> (Lep: Plutellidae)	1º instar	89	fase completa	Pedroso et al., 2010
	Ovos	<i>Plutella xylostella</i> (Lep: Plutellidae)	2º instar	170	fase completa	Pedroso et al., 2010
	Ovos	<i>Plutella xylostella</i> (Lep: Plutellidae)	3º instar	750	fase completa	Pedroso et al., 2010
	Ovos	<i>Plutella xylostella</i> (Lep: Plutellidae)	4º instar	3591	fase completa	Pedroso et al., 2010
	Ovos	<i>Spodoptera frugiperda</i> (Lep: Noctuidae)	Adulto	36,41	24 horas	Carneiro & Fernandes, 2010
	Ovos	<i>Spodoptera frugiperda</i> (Lep: Noctuidae)	Adulto	65,50%	24 horas	Redoan et al., 2014
	Ovos	<i>Helicoverpa armigera</i> (Lep: Noctuidae)	Adulto	53,40%	24 horas	Redoan et al., 2014
	Ovos	<i>Ephesia kuehniella</i> (Lep: Pyralidae)	Adulto	16,00%	48 horas	Redoan et al., 2014
<i>Euborellia annulipes</i>	Pulgão	<i>Schizaphis graminum</i> (Hem: Aphididae)	1º instar	31,5	fase completa	Alvarenga et al., 1995
	Ovos	<i>Spodoptera frugiperda</i> (Lep: Noctuidae)	1º instar	13,6	fase completa	Silva et al., 2009
	Ovos	<i>Spodoptera frugiperda</i> (Lep: Noctuidae)	2º instar	53,9	fase completa	Silva et al., 2009
	Ovos	<i>Spodoptera frugiperda</i> (Lep: Noctuidae)	3º instar	127,7	fase completa	Silva et al., 2009
	Ovos	<i>Spodoptera frugiperda</i> (Lep: Noctuidae)	4º instar	148	fase completa	Silva et al., 2009
	Ovos	<i>Spodoptera frugiperda</i> (Lep: Noctuidae)	5º instar	375	fase completa	Silva et al., 2009
	lagar de 1º instar	<i>Spodoptera frugiperda</i> (Lep: Noctuidae)	1º instar	8,1	10 dias	Silva et al., 2009
	lagar de 1º instar	<i>Spodoptera frugiperda</i> (Lep: Noctuidae)	2º instar	10	10 dias	Silva et al., 2009
	lagar de 1º instar	<i>Spodoptera frugiperda</i> (Lep: Noctuidae)	3º instar	29,5	10 dias	Silva et al., 2009
	lagar de 1º instar	<i>Spodoptera frugiperda</i> (Lep: Noctuidae)	4º instar	86	10 dias	Silva et al., 2009
	lagar de 1º instar	<i>Spodoptera frugiperda</i> (Lep: Noctuidae)	5º instar	89,2	10 dias	Silva et al., 2009
	lagar de 2º instar	<i>Spodoptera frugiperda</i> (Lep: Noctuidae)	1º instar	4,1	10 dias	Silva et al., 2009
	lagar de 2º instar	<i>Spodoptera frugiperda</i> (Lep: Noctuidae)	2º instar	8,8	10 dias	Silva et al., 2009
	lagar de 2º instar	<i>Spodoptera frugiperda</i> (Lep: Noctuidae)	3º instar	16,6	10 dias	Silva et al., 2009
	lagar de 2º instar	<i>Spodoptera frugiperda</i> (Lep: Noctuidae)	4º instar	38,6	10 dias	Silva et al., 2009
	lagar de 2º instar	<i>Spodoptera frugiperda</i> (Lep: Noctuidae)	5º instar	48,6	10 dias	Silva et al., 2009
	Ovos	<i>Ephesia kuehniella</i> (Lep: Pyralidae)	Adulto	444,9	24 horas	Pinto et al., 2005
	Pulgão	<i>Brevicoryne brassicae</i> (Hem: Aphididae)	1º instar	19,1	fase completa	Nascimento et al., 2011

Apesar da importância das várias espécies de tesourinhas no controle de pragas agrícolas, poucas pesquisas visando avaliar a seletividade de inseticidas para esses predadores foram realizadas. O uso de produtos seletivos irá colaborar para que esses inimigos naturais sobrevivam e possam expressar seu potencial com agentes de controle natural de pragas, contribuindo para o sucesso de programas de MIP (Foerster, 2002; Rocha et al., 2006).

O presente trabalho tem como objetivos determinar o tempo de busca e predação de ninfas de tesourinhas sobre *H. armigera* e determinar a seletividade por parte dos inseticidas registrados para o controle de *S. frugiperda* em milho, para adultos de *D. luteipes* e *E. annulipes*.

Material e Métodos

Avaliação do tempo de busca e consumo de *Helicoverpa armigera* e *Spodoptera frugiperda* por tesourinhas

Para determinar o potencial de predação das tesourinhas por *H. armigera* e *S. frugiperda* foram conduzidos estudos no Laboratório de Ecotoxicologia de Insetos da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG, em ambiente climatizado com temperatura de 26 ± 2 °C, UR 70 ± 10 e fotofase de 14 horas. Foram utilizados insetos oriundos de criações de manutenção do referido laboratório. Acriações de *Doru luteipes* e *Euborelia annulipes* foram conduzidas de acordo com Cruz (2000). As tesourinhas na fase adulta foram mantidas em gaiolas de PVC em cartuchos de milho, onde também foi oferecido um chumaço de algodão umedecido como suprimento de água. Como fonte de alimento, foi oferecido dieta artificial à base de ração de gato (35%), farelo de trigo (27%), levedo de cerveja (23%), leite em pó (14%), Nipagin (5%) e ácido ascórbico a 5%. As ninfas foram acondicionadas em placas de Petri (20 cm de diâmetro) contendo local de abrigo (papel sulfite dobrado).

Para a realização dos bioensaios foram utilizados ovos e lagartas de *H. armigera* e *S. frugiperda*, os quais foram selecionados com o auxílio de um pincel de cerdas finas, e foram utilizadas tesourinhas em diferentes instares, as quais foram mantidas em inanição, sendo fornecido somente água por 24 horas antes do início do bioensaio. Em cada placa foram dispostas as

respectivas presas, de acordo com o tratamento, e uma ninfa do predador, e em seguida foi registrado o tempo gasto na captura da primeira presa (tempo de busca).

Os tratamentos utilizados para avaliar o tempo de busca e capacidade predatória de ninfas de primeiro, terceiro e quarto instares de *D. luteipes* e *E. annulipes* utilizando ovos e lagartas recém-eclodidas de *H. armigera* e *S. frugiperda* encontram-se na Tabela 2).

Tabela 2. Lista de tratamentos avaliados no presente estudo considerando espécie de predador, instar, espécie de presa e estágio de desenvolvimento da presa .

Predador	Ínstar do predador	Presa	Estágio da presa	n (nº repetições)
<i>Doru luteipes</i>	3º	<i>H. armigera</i>	ovo	10
	3º	<i>H. armigera</i>	lagartas neonatas	20
	4º	<i>H. armigera</i>	ovo	10
	4º	<i>H. armigera</i>	lagartas neonatas	20
<i>Euborellia annulipes</i>	3º	<i>H. armigera</i>	ovo	10
	3º	<i>H. armigera</i>	lagartas neonatas	20
	4º	<i>H. armigera</i>	ovo	10
	4º	<i>H. armigera</i>	lagartas neonatas	20
<i>Doru luteipes</i>	1º	<i>S. frugiperda</i>	ovo	22
	1º	<i>S. frugiperda</i>	lagartas neonatas	22
	3º	<i>S. frugiperda</i>	ovo	22
	3º	<i>S. frugiperda</i>	lagartas neonatas	22
	4º	<i>S. frugiperda</i>	ovo	22
	4º	<i>S. frugiperda</i>	lagartas neonatas	22

As ninfas das tesourinhas receberam lagartas neonatas de *H. armigera* e *S. frugiperda ad libitum* e foram mantidas em placas de Petri (5 cm diâmetro), contendo algodão umedecido e um pedaço de folha de milho convencional para garantir a sobrevivência das lagartas não predadas.

Após 24 horas do início do ensaio, foram contabilizados ovos e lagartas consumidos para determinar a capacidade de predação. Os dados obtidos foram submetidos ao teste *t* por meio do programa Sisvar (Ferreira, 2007).

Avaliação da seletividade fisiológica de produtos para *Doru luteipes* e *Euborelia annulipes*

Foram selecionados compostos registrados para a cultura do milho e utilizados para o controle dos noctuídeos *S. frugiperda* e *H. armigera* (Brasil, c2003). Os produtos foram aplicados por meio de pulverizador pressurizado a CO₂, provido de bico tipo leque 80.03, regulado à pressão de 2,6 lb/pol², acoplado a uma esteira rolante com velocidade constante de 6,2 km/h e com volume de aplicação de 282 litros de calda química/ha. Após a aplicação de cada produto, o pulverizador e o bico de aplicação foram lavados com água e, em seguida, com acetona, para eliminar os resíduos de cada composto.

Os inseticidas Conect® (imidacloprido + betaciflutrina – 15,0 + 1,8 g i.a./ha) e Engeo-Pleno® (tiametoxam + lambdacialotrina - 26,5 + 32,5 g i.a./ha) foram aplicados diretamente sobre adultos dos predadores. A sobrevivência foi avaliada 120 horas após aplicação dos produtos.

Visando avaliar o efeito de ingestão dos inseticidas sobre os predadores, Certero® (triflumurom - 24 g i.a./ha), Engeo Pleno® (lambda-cialotrina + tiametoxam - 26,5 + 32,5 g i.a./ha), Imunit® (alfa-cipermetrina + teflubenzurom - 12,7 + 12,7 g i.a./ha), Pirate® (clorfenapir - 180 g i.a./ha), Safety® (etofenproxi - 30 g i.a./ha) e Tracer® (espinosade - 48 g i.a./ha) foram aplicados em posturas de *S. frugiperda*, as quais foram ofertadas para cada adulto dos predadores *D. luteipes* e *E. annulipes*. A sobrevivência das tesourinhas foi avaliada 120 horas após a oferta dos ovos tratados.

Os dados de sobrevivência obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott e Knott (1974) a 5% de significância, utilizando-se o programa Sisvar (Ferreira, 2007). Os inseticidas foram enquadrados em classes de toxicidade de acordo com classificação da IOBC/WPRS (Degrande et al., 2002). Conforme a redução no número de adultos sobreviventes do predador causada pela ação dos inseticidas em comparação com o tratamento testemunha, foi calculado o efeito total (E). Desta forma, os produtos foram enquadrados em: classe 1 = inócuos ($E < 30\%$); classe 2 = levemente nocivos ($30\% \leq E \leq 80\%$); classe 3 moderadamente nocivo ($80-99\%$) ou classe 4= nocivo ($>99\%$).

Resultados e Discussão

Avaliação do tempo de busca e consumo de *Helicoverpa armigera* e *Spodoptera frugiperda* por *Doru luteipes* e *Euborelia anullipes*

Ocorreram diferenças significativas para o tempo de busca de *D. luteipes* por *H. armigera* em função do ínstar do predador. No quarto ínstar, por exemplo, o tempo de busca foi maior para ovos em relação ao terceiro ínstar. Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos quando se utilizaram lagartas como presas (Figura 3A). O maior tempo de busca dos ovos de *H. armigera* por *D. luteipes* pode estar relacionado à dificuldade do predador em perceber a sua presença, uma vez que os ovos são inertes e não apresentam comportamento de defesa.

Quando observado o percentual de predação de ninfas de quarto ínstar de *D. luteipes* em ovos e lagartas de *H. armigera*, verificou-se maior consumo de lagartas do que ovos (Figura 3B). Isso pode ter ocorrido em função de uma maior exigência nutricional do quarto ínstar e de maior habilidade do ínstar em capturar e manusear as presas que em instares mais novos.

Não foi verificada diferença significativa entre o tempo de busca de ninfas de *D. luteipes* por ovos de *S. frugiperda*. Ninfas de quarto ínstar gastaram maior tempo de busca de lagartas do noctuídeo em comparação com predadores no terceiro ínstar (Figura 4A). Esse resultado confirma observações de Cruz et al. (1995), que relataram que o ritmo de predação diária de ninfas de dermápteros pode reduzir de acordo com a idade.

Constatou-se que ninfas de terceiro ínstar de *D. luteipes* apresentaram menor porcentagem de predação de ovos do inseto-praga enquanto que no quarto ínstar predaram mesma quantidade de ovos ou lagartas de *S. frugiperda* (Figura 4B).

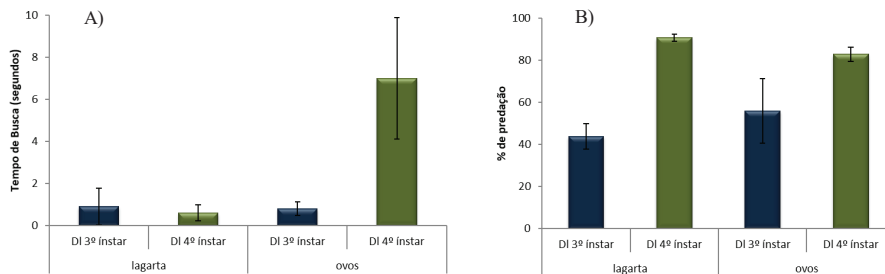


Figura 3. Tempo de busca (segundos) (A) e percentual de predação em 24 horas (B) de ninfas de *Doru luteipes* (DI) mantidas em ovos e lagartas recém-eclodidas de *Helicoverpa armigera*. Médias não sobrepostas pelo intervalo de confiança diferem entre si a 5% de significância.

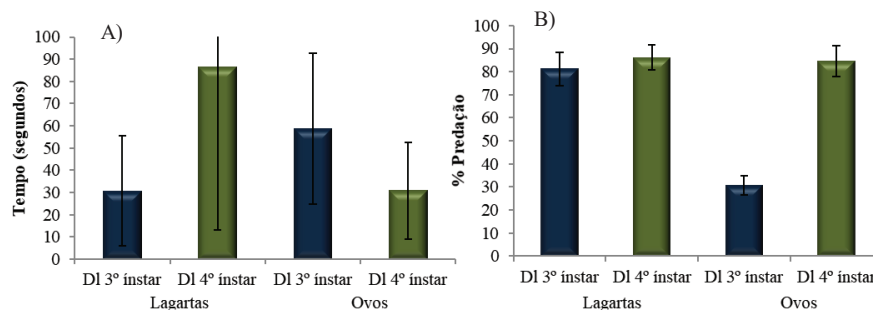


Figura 4. Tempo de busca (segundos) (A) e percentual de predação em 24 horas (B) de *Doru luteipes* (DI) mantidas em ovos e lagartas recém-eclodidas de *Spodoptera frugiperda*. Médias não sobrepostas não diferem entre si a 5% de significância.

Referente à predação de ninfas de *E. annulipes* por *H. armigera*, foi observado que aquelas de terceiro instar levaram mais tempo para capturar as lagartas do que ovos da praga em comparação aos demais tratamentos (Figura 5A). Isto pode ser explicado pelo fato de as lagartas apresentarem reação de defesa estimulando o comportamento de predação. Desta forma, quando mais jovem for a ninfa do predador, maior a dificuldade de manusear e capturar a presa, sendo observado que para ninfas de quarto instar a dificuldade de predação das lagartas foi menor (Figura 5A). O tempo de consumo de lagartas de terceiro instar de *H. armigera* por *E. annulipes* foi significativamente menor, demonstrando a maior habilidade em capturar e manusear presas móveis por ninfas do predador em instares mais avançados (Figura 5B). Leite et al. (2014) verificaram que ninfas em instares mais avançados de *Podisus*

nigrispinus (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) apresentaram maior tempo de busca por lagartas de *S. frugiperda* com três e sete dias de idade. Desta forma, o comportamento de captura de lagartas pelos predadores pode diferir entre as espécies e em função do tamanho da presa.

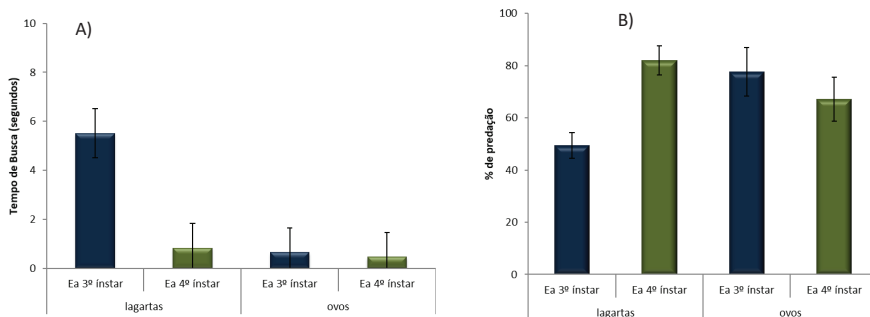


Figura 5. Tempo de busca (segundos) (A) e percentual de predação em 24h de avaliação (B) de *Euborelia annulipes* (Ea) mantidas sob ovos e lagartas recém-eclodidas de *Helicoverpa armigera*. Médias não sobrepostas pelo intervalo de confiança diferem entre si a 5% de significância.

Por outro lado, quando avaliado o consumo efetivo por um período de 24 horas, ambos os predadores apresentaram o mesmo consumo de lagartas de terceiro instar de *S. frugiperda*; porém, *E. annulipes* consumiu mais ovos que *D. luteipes*. No entanto, ninfas de quarto instar de *D. luteipes* consumiram mais ovos e lagartas recém-eclodidas em comparação a *E. annulipes*.

Ressalta-se que o consumo de ovos e lagartas de *H. armigera* por ambas as espécies de predadores foi acima de 20 presas/dia no quarto instar, evidenciando o grande potencial de *E. annulipes* e *D. luteipes* no controle biológico dessa praga (Figura 6). O maior consumo de presas por instares mais avançados do predador é esperado, pois demanda maior quantidade de alimento para seu desenvolvimento. Esse comportamento corrobora observações do consumo de *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae) por tripes e ovos de lepidópteros (Mendes et al., 2002). Silva et al. (2009) constataram consumo médio entre 20 e 65 lagartas de primeiro instar de *S. frugiperda* pelo predador *E. annulipes*. Cruz et al. (1995) avaliaram o consumo diário de ovos de *H. zea* por ninfas de quarto instar de *D. luteipes* e constataram consumo de 45,3 ovos desse noctuídeo por dia, demonstrando a efetividade do predador no controle dessa praga.

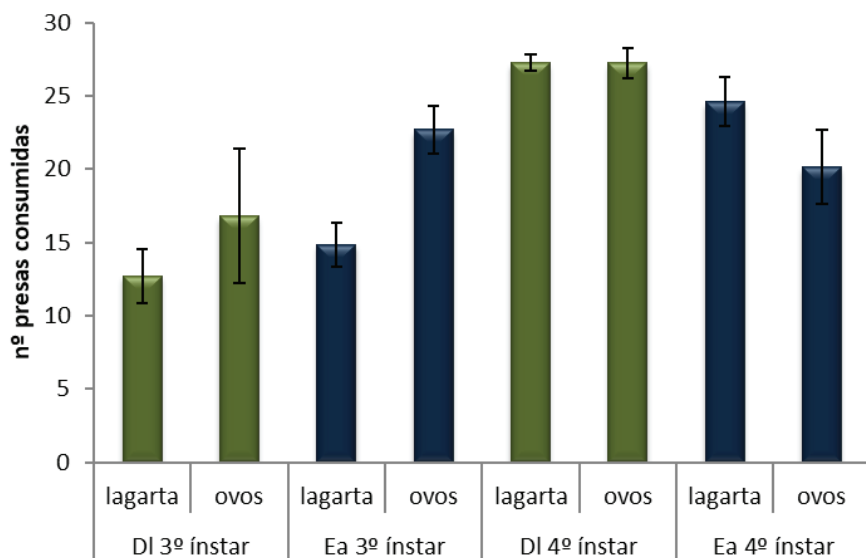


Figura 6. Número de presas (ovos e lagartas de *Helicoverpa armigera*) (media \pm IC, $P=0,05$), consumidas em 24 horas pelo terceiro e quarto ínstaes de *Doru luteipes* (DI) e *Euborelia annulipes* (Ea). Médias não sobrepostas pelo intervalo de confiança (IC) diferem entre si a 5% de probabilidade.

Avaliação da seletividade fisiológica de produtos para *Doru luteipes* e *Euborelia annulipes*

Quando foi feita a pulverização direta do inseticida Engeo Pleno® (tiametoxam + lambda-cialotrina) sobre adultos das duas espécies de tesourinhas avaliadas, observou-se 100% e 80% de mortalidade de *D. luteipes* e *E. annulipes* respectivamente, 120 horas após a aplicação (Figura 8). O produto Conect® (imidacloprido + betaciflutrina) na dosagem recomendada pelo fabricante foi inócua para adultos de *E. annulipes*, e para *D. luteipes* foi considerado levemente nocivo.

Segundo Rigitano e Carvalho (2001), a alta mortalidade provocada pelo produto comercial Engeo Pleno® a artrópodes pode ser resultado de ele ser formado por dois princípios ativos, sendo que tiametoxam pertence ao grupo químico dos neonicotinoides e atua como agonista da acetilcolina lambdaciolotrina, um piretroide e atua modulando os canais de sódio na região do axônio de células nervosas.

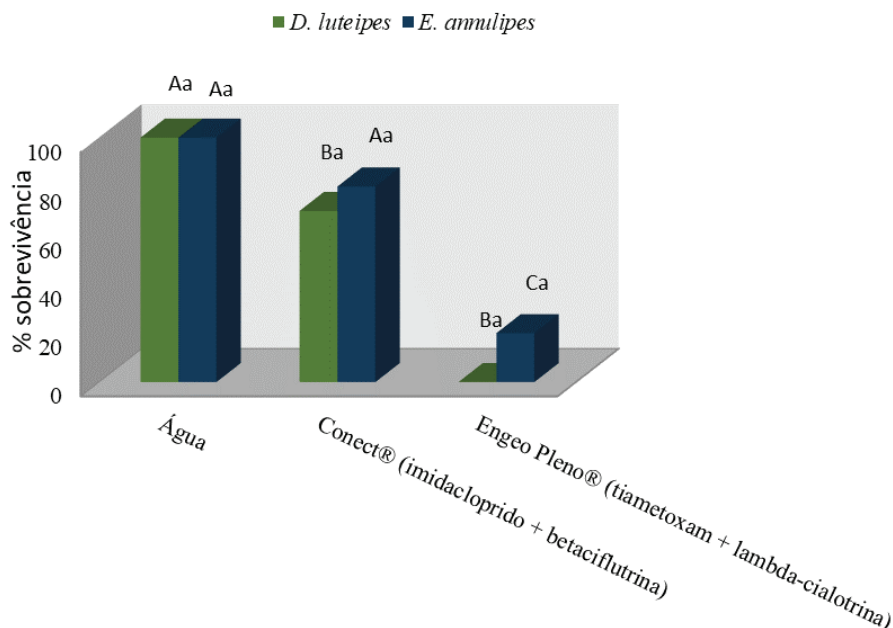


Figura 7. Sobrevivência (%) de adultos (machos e fêmeas) de *Doru luteipes* e *Euborelia annulipes* 120 h após serem tratados com os inseticidas. ¹Médias seguidas pela mesma letra nas colunas de mesma cor não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott e Knott (1974) ao nível de 5% de significância.

Outro aspecto que merece destaque é que os dermápteros apresentam um comportamento de limpeza do seu corpo com suas peças bucais. Esse tipo de comportamento aumenta a contaminação do inseto com o inseticida (contato e ingestão) culminando na alta mortalidade observada no presente estudo e que já foi observada por Langston e Powell (1975).

Quando foi realizada a aplicação dos inseticidas Certero®, Engeo Pleno®, Imunit®, Pirate® Safety® e Tracer® sobre ovos de *S. frugiperda* e oferecidos para adultos de *D. luteipes* e *E. annulipes*, verificou-se maior percentual de sobrevivência em comparação com os resultados obtidos no bioensaio, em que os insetos adultos foram diretamente expostos aos compostos (Figura 8).

As tesourinhas que ingeriram ovos de *S. frugiperda* tratados com o inseticida Tracer® apresentaram alta mortalidade, sendo o composto considerado nocivo (classe 4). Entretanto permitiu 100% de sobrevivência para *E. annulipes* (classe 1). Esse inseticida age principalmente por ingestão e pertence ao grupo químico das espinosinas, derivado da fermentação do actinomiceto

Sacharopolyspora spinosa, atuando nos receptores da acetilcolina, levando a contrações musculares involuntárias, prostração com tremores, paralisia e morte do inseto (Thompson; Hutchins, 1999). Assim, recomendações de monitoramento nas lavouras antes da tomada de decisão de qual composto a ser aplicado são muito importantes para a conservação da espécie de predador que ocorre na região. Dessa forma, a escolha por espinosinas pode ser feita, sobretudo se a ocorrência do predador for prevalente de *E. annulipes*.

O tratamento dos ovos dos predadores com o inseticida Pirate® apresentou o mesmo percentual de sobrevivência (60%) para as duas espécies de predadores avaliados, sendo classificado como levemente nocivo (classe 2). Os demais inseticidas foram seletivos para as duas espécies de tesourinhas quando foram alimentadas com ovos de *S. frugiperda* tratados (Figura 8).

Figura 8. Sobrevivência (%) de adultos (machos e fêmeas) de *Doru luteipes* e *Euborelia annulipes* 120 h após serem alimentados com ovos de *Spodoptera frugiperda* tratados com inseticidas. ¹Médias seguidas pela mesma letra nas colunas de mesma cor não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott e Knott (1974) ao nível de 5% de significância.

Os inseticidas avaliados no presente trabalho apresentaram seletividade para os predadores que se alimentaram de presas contaminadas. O produto ingerido pode sofrer a ação de várias enzimas que atuam no sistema digestivo e tubos de Malpighi do inseto, quebrando suas moléculas e tornando-as atóxicas ou mesmo de menor toxicidade ao organismo, justificando a alta sobrevivência de adultos após a ingestão dos ovos tratados com os produtos no presente estudo (Yu, 2002).

Comparando-se a suscetibilidade das espécies de tesourinhas aos inseticidas, constatou-se maior tolerância para *E. annulipes*. Possivelmente, essa variação de resposta aos químicos ocorreu em função de características intrínsecas a cada espécie; entretanto, a verdadeira causa ainda não foi esclarecida e necessita de mais estudos para sua elucidação.

Conclusões

Em função do potencial das tesourinhas *Doru luteipes* e *Euborelia annulipes* no controle de *Helicoverpa armigera* e *Spodoptera frugiperda* apresentado no presente estudo, a conservação desses agentes biológicos em agroecossistemas é de fundamental importância para o sucesso de programas de MIP, objetivando maior sustentabilidade do sistema agrícola.

Apesar dos estudos de laboratório fornecerem rápida resposta sobre a seletividade de produtos para inimigos naturais, os produtos que apresentaram pouca ou nenhuma toxicidade não necessitam ser avaliados em condição de semicampo e campo, uma vez que em condições de laboratório as condições de exposição dos predadores aos inseticidas é máxima.

De acordo com os resultados apresentados nesse trabalho, os inseticidas Certero®, Engeo Pleno® e Imunit® podem ser utilizados em programas de MIP do milho, pois foram inócuos a ambos os dermápteros avaliados, entretanto, Conect® e Tracer® foram inócuos somente para *E. annulipes*.

Referências

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **AGROFIT**: sistemas de agrotóxicos fitossanitários. Brasília, DF, c2003. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 10 maio 2019.

BUENO, A. F.; SOSA-GÓMEZ, D. R. The old world bollworm in the neotropical region: the experience of brazilian growers with *Helicoverpa armigera*. **Outlooks on Pest Management**, v. 25, n. 4, p. 261-264, 2014.

COSTA, N. P.; OLIVEIRA, H. D.; BRITO, C. H.; SILVA, A. B. Influência do nim na biologia do predador *Euborelia annulipes* e estudo de parâmetros para sua criação massal. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 7, n. 2, p. 1-10, 2007.

CRUZ, I. Métodos de criação de agentes entomófagos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). In: BUENO, V. H. P. (Ed.). **Controle biológico de pragas**: produção massal e controle de qualidade. Lavras: UFLA, 2000. p. 111-135.

CRUZ, I.; ALVARENGA, C. D.; FIGUEIREDO, P. E. F. Biologia de *Doru luteipes* (Scudder) e sua capacidade predatória de *Helicoverpa zea* (Boddie). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 24, n. 2, p. 273-278, 1995.

CRUZ, I.; VALICENTE, F. H. Manejo da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, em milho, usando o predador *Doru luteipes* e baculovírus. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. **Relatório técnico anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo 1988-1991**. Sete Lagoas, 1992. p. 74-75.

DEGRANDE, P. E.; REIS, P. R.; CARVALHO, G. A.; BELARMINO, L. C. Metodologia para avaliar o impacto de pesticidas sobre inimigos naturais. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p. 71-94.

FERREIRA, D. F. **SISVAR**: programa estatístico: versão 5.0. Lavras: UFLA, 2007. Software.

FOERSTER, L. A. Seletividade de inseticidas a predadores e parasitóides. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p. 95-103.

FITT, G. P.; WILSON L. J. Genetic engineering in IPM: Bt cotton. In: KENNEDY, G. G.; SUTTON, T. B. (Ed.). **Emerging technologies in integrated pest management: concepts, research and implementation**. St. Paul: APS Press, 2000. p. 108-125.

LANGSTON, R. R.; POWELL, J. A. The earwigs of California (Order Dermaptera). **Bulletin California Insect Survey**, v. 20, p. 1- 25, 1975.

LEITE, N. A.; MENDES, S. M.; SANTOS, C. A. dos; PEREIRA, E. J. G. Does Cry1Ab maize interfere in the biology and behavioural traits of *Podisus nigrispinus*? **Bulletin of Insectology**, v. 67, n. 2, p. 265-271, 2014.

LUNDGREN, J. G.; GASSMAN, A. J.; BERNAL, J.; DUAN, J. J.; RUBERSON, J. R. Ecological compatibility of GM crops and biological control. **Crop Protection**, v. 28, n. 12, p. 1017-1030, 2009.

MENDES, S. M.; BUENO, V. H. P.; ARGOLO, V. M.; SILVEIRA, L. C.P. Type of prey influences biology and consumption rate of *Orius insidiosus* (Say)

(Hemiptera: Anthocoridae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 46, n. 1, p. 99-103, 2002.

MENDES, S. M.; RESENDE, D. C.; LEITE, N. A.; OLIVEIRA, F. S. de; SANTOS, C. A.; BARBOSA, T. A. N. **Avaliação de variáveis comportamentais como metodologia para estudo de organismos não alvo em milho Bt**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. 7 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 21).

NETTO, J. C.; ROLIM, G. G.; SCOZ, L.; MARTINS, E. S.; PITTA, R. M.; VIANA, D. de L. ***Helicoverpa armigera*: ameaça a lavouras Bt de algodoeiro**. Cuiabá, MT: IMAMT, 2018. (IMAMT. Circular Técnica, 35).

RIGITANO, R. L. O.; CARVALHO, G. A. **Toxicologia e seletividade de inseticidas**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2001. 72 p.

ROCHA, L. C. D.; CARVALHO, G. A.; MOURA, A. P.; TORRES, F. Z. V. Toxicidade de produtos fitossanitários para adultos de *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae). **Bragantia**, v. 65, n. 2, p. 309-315, 2006.

SANTOS, C. A. dos; MARUCCI, R. C.; BARBOSA, T. A. N.; ARAÚJO, O. G.; WAQUIL, J. M.; DIAS, A. S.; HEBACH, F. C.; MENDES, S. M. Desenvolvimento de *Helicoverpa* spp. em milho Bt com expressão de diferentes proteínas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 5, p. 537-544, maio 2016.

SCHRIJVER, A. D.; DEVOS, Y.; CLERCQ, D.; GATHMANN, A.; ROMEIS, J. Quality of laboratory studies assessing effects of Bt-proteins on non-target organisms: minimal criteria for acceptability. **Transgenic Research**, v. 25, n. 4, p. 395-411, 2016.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. A cluster analyses method for grouping means in the analyses of variance. **Biometrics**, v. 30, n. 3, p. 507-512, 1974.

SILVA, A. B.; BATISTA, J. L.; BRITO, C. H. Aspectos biológicos de *Euborellia annulipes* sobre ovos de *Spodoptera frugiperda*. **Engenharia Ambiental**, v. 6, n. 3, p. 482-495, 2009.

SPECHT, A.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; PAULA-MORAES, S. V.; YANO, S. A. C. Identificação morfológica e molecular de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) e ampliação de seu registro de ocorrência no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 6, p. 689-692, 2013.

TAY, W. T.; SORIA, M. F.; WALSH, T.; THOMAZONI, D.; SILVIE, G.; BEHERE, G. T.; ANDERSON, C.; DOWNES, S. A brave new world for an old world pest: *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. **Plos One**, v. 8, n. 11, p. e80134, 2013.

THOMPSON, G.; HUTCHINS, S. Spinosad. **Pesticide Outlook**, v. 10, n. 2, p. 78-81, 1999.

VAN LENTEREN, J. C. The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. **BioControl**, v. 57, n. 1, p. 1-20, 2012.

YU, S. J. Induction of detoxification enzymes by triazine herbicides in the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 80, n. 2, p. 113-122, 2002.



Milho e Sorgo



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL